Recherches expérimentales sur l'action des poisons chez les Céphalopodes.

Par

Dr. Emile Yung,

Privat-Docent à l'Université de Genève.

On s'est mis à étudier de différents côtés depuis une vingtaine d'années l'action des principaux poisons sur les animaux invertèbrés et on a éclairé de cette manière bien des points de la physiologie de ces animaux et permis de précieuses inductions anatomiques. Un des savants qui ont le plus fait de nos jours pour la physiologie comparée M. F. Plateau a groupé dernièrement sous forme de tableau les animaux chez lesquels on a jusqu'ici étudié l'action d'un seul poison, l'un des principaux il est vrai, le curare[1]. Il ressort de l'examen de ce tableau que les Coelentérés (Méduses, Cténophores, Actinies) les Echinodermes (Astéries, Synaptes) les Vers (Planaires, Naïs, Lombrics, Sangsues) les Mollusques (Lamellibranches, Gastéropodes, Céphalopodes) les Arthropodes (Ecrevisse, Homard, Larves d'insectes) ont été déjà somnis à l'action du célèbre poison.

Lors de mes séjours au bord de la mer ces dernières années, soit au Laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, soit à la Station Zoologique de Naples j'ai recueilli un matériel expérimental assez considérable sur cette question. Je me limiterai dans ce mémoire à ce qui concerne l'Embranchement des Mollusques et plus particulièrement encore aux Céphalopodes.

»La physiologie du système nerveux des Mollusques, disait, M. Vulpian en 1866 dans ses Leçons sur la Physiologie géné-

---

[1] F. Plateau, Recherches physiologiques sur le coeur des Crustacés décapodes. Archives de Biologie de Van Bambeke et Van Beneden. Vol. I, pag. 662. 1880.

rale et comparée du système nerveux, se réduit encore presque exclusivement à des inductions fondées sur l'Anatomie.« Depuis lors, la science a progressé et l'assertion de l'éminent physiologiste n'est plus exacte aujourd'hui pour ce qui concerne le groupe important des Céphalopodes. Les recherches de Paul Bert, Léon Frédericq, Klemensiewicz et Krukenberg, pour ne citer que les principales ont fondé la physiologie de ces animaux. Quant aux Lamellibranches et aux Gastéropodes qui se prêtent beaucoup moins bien à l'expérimentation il faut reconnaître qu'il reste beaucoup à faire à leur égard.

Les poisons étant des réactifs physiologiques d'une extrême délicatesse et très aptes à servir dans les cas où la vivisection n'est pas possible j'ai surtout profité pour étudier leur action chez les Céphalopodes des excellentes conditions dans lesquelles est placée la Station Zoologique de Naples et du matériel considerable qu'on y reçoit chaque jour. —

Paul Bert[1] a essayé l'action de la strychnine et du curare, de l'eau douce et de l'eau de mer à différentes temperatures sur la *Sepia officinalis*.

Le professeur Colasanti[2] a étudié celle de la strychnine, de l'atropine et du curare sur les Céphalopodes, sans qu'il ait indiqué dans le mémoire que j'ai sous les yeux, les espèces auxquelles il s'est adressé.

Klemensiewicz[3] dans ses importantes recherches sur le jeu des Chrômatophores a soumis l' *Eledone moschata* à l'action de l'Amylnitrit, de la strychnine et du curare.

Enfin dans une série de travaux sur la Toxicologie comparée W. Krukenberg[4] a fourni beaucoup de renseignements sur la question qui nous occupe. Il a étudié sur *Eledone* et *Sepia* les poisons suivants: quinine, nicotine, atropine, strychnine, alcool, chloroforme, éther, curare, camphre, muscarine, verâtrine, cofféine, physostigmine, picrotoxine. Il s'est attaché surtout à constater l'influence exercée par

---

[1] Mémoire sur la physiologie de la seiche. Extrait des Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Paris 1870.

[2] Ricerche anatomiche e fisiologiche sopra il braccio dei cefalopodi. R. Accademia dei Lincei. F. del 5 Marzo 1876.

[3] Beiträge zur Kenntnis des Farbenwechsels der Cephalopoden. Sitzungsber. d. k. k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. 78. III. Abth. 1878.

[4] Der Mechanismus des Chromatophorenspieles bei Eledone moschata. Vergleichend-physiologische Studien an den Küsten der Adria. I. Abth. 1880.

ces poisons sur les chrômatophores, ces témoins si sensibles des moindres modifications survenues dans le genre de vie de l'animal. Nous aurons á mentionner souvent ses importants résultats.

J'ajouterai ici comme complément aux indications bibliographiques que STEINER[1], KRUKENBERG, HECKEL et VULPIAN se sont encore occupés de l'action des poisons sur les Gastéropodes et quelques Lamellibranches.

Mes études personnelles ont porté sur les espèces suivantes qui nous sont arrivées abondamment chaque jour à la station de Naples *Octopus vulgaris* et *O. macropus*, *Eledone moschata*, *Sepia officinalis* et *Loligo vulgaris*. Les expériences faites en premier lieu sur Octopus ou Eledone étaient ensuite repétées sur les autres espèces. Il va sans dire que nous ne pouvons rapporter ici toutes nos expériences, il suffira de mentionner les résultats généraux et une ou deux expériences typiques.

De l'absorption et de l'élimination des poisons.

Nous pouvons admettre que les poisons agissent d'une manière analogue chez la très grande majorité des animaux. Les différences signalées par les auteurs tiennent dans la plupart des cas à une absorption défectueuse ou à une rapide élimination. C'est ainsi que si l'on injecte sous la peau d'une *Sepia* ou d'un *Octopus* une forte dose d'un sel de strychnine on est étonné de constater que l'animal, une fois qu'il a été replacé dans l'eau ne parait pas en souffrir. Il porte sur le dos une ampoule sous-cutanée renfermant le poison qui n'est pas absorbé ou ne l'est qu'en quantité insuffisante pour provoquer l'intoxication.

La peau et les tissus sous-cutanés n'absorbent donc que d'une manière très imparfaite et c'est à tort que dans le mémoire cité de M. BERT, l'éminent physiologiste semble attribuer à l'excoriation de la peau de l'animal sur lequel il expérimenta la strychnine, une influence sur la rapidité d'action du poison. M. BERT cite cependant à propos du curare, le cas d'une Seiche qui succomba deux heures après l'introduction sous sa peau d'une forte dose de curare. Il est bien entendu que je ne parle ici que de l'action généralisée des poisons et non de leur action locale, car on sait déjà depuis longtemps que certaines substances, nicotine, strychnine etc.; peuvent agir directement sur les chrômatophores de la peau sans être pour cela entrées dans la circulation.

L'absorption est extrêmement rapide au contraire par les branchies

---

[1] Über die Wirkung des amerik. Pfeilgiftes Curare. Arch. f. Anat. und Physiol. 1875. p. 145.

et il suffit de déposer dans la cavité respiratoire des traces de certains poisons pour provoquer en peu d'instants l'empoisonnement général. Il faut noter à ce propos cependant que l'intensité du phénomène osmotique qui fait pénétrer le poison à travers les branchies varie infiniment d'un poison à l'autre et peut être très faible pour quelques substances de nature colloïde, telles que le curare et l'upas-antiar. Ceci explique pourquoi un animal plongé entièrement dans une solution de ces poisons, continue à y vivre pendant un temps assez long (plusieurs heures) avant de ressentir leur action. Nous aurons bientôt à en citer des exemples.

C'est ce qui nous a conduit à recourir à l'injection directe dans l'artère céphalique, des poisons colloïdes. Le procédé est très simple il suffit pour rencontrer l'artère de pratiquer une petite fente longitudinale au milieu de la face dorsale de l'animal, puis de pincer avec une serre-fine l'artère qui fait immédiatement saillie et d'introduire au dessus la canule d'une seringue de Pravaz. Lorsque l'injection a été poussée, on enlève la serre-fine et le poison est entraîné dans la circulation. Il ne tarde pas à agir.

Ce procédé très efficace ne peut être employé avec les poisons violents qui tuent l'animal si rapidement qu'il n'est pas possible de suivre les différentes phases de son action. —

Quant à l'élimination du poison, je suis arrivé à des résultats qui demandent vérification. Elle parait s'effectuer concurremment par deux organes, le foie et la glande du noir. Mais comme je n'avais pas à ma disposition les réactifs nécessaires pour en poursuivre la recherche chimique, j'ai dû me borner à en donner une preuve toute physiologique et j'ai choisi à cet effet des poisons dont l'action bien nette et très active permettait de constater physiologiquement leur présence.

Expérience I. Un *Eledone moschata* de taille moyenne reçoit dans la cavité branchiale une forte dose de la solution de nicotine, puis il est immédiatement replongé dans l'eau. L'animal noircit, il est pris de convulsions, les mouvements respiratoires s'arrêtent, les muscles du manteau se contractent très fort et au bout d'un instant l'animal ne donne plus aucun signe de vie. C'est alors qu'on lui prend le foie et que l'on découpe cet organe en petits morceaux dans un vase renfermant de l'eau de mer avec un Eledone de petite taille. Ce dernier parfaitement sain jusqu'alors, donne bientôt tous les signes de l'intoxication par la nicotine. Le poison a donc été condensé sans altération dans le foie. La même expérience faite avec le liquide de la poche du noir a fourni les mêmes résultats.

Expérience II. Un *Octopus vulgaris* de forte taille est empoisonné avec du sulfate de strychnine introduit dans la cavité branchiale. Les convulsions tétaniques provoquées par ce poison sont réellement terribles, comme le dit M. Bert. L'animal pâlit et meurt bientôt avec les signes que nous décrirons plus loin. Son foie et sa poche du noir sont vénéneux comme dans l'expérience précédente et il suffit de les mêler à de l'eau de mer pour que les Octopus ou Eledone qui y sont introduits soient rapidement empoisonnés [1].

Il serait sans doute intéressant de rechercher sous quelle forme chimique le poison existe dans ces organes et de constater s'il s'y trouve réellement sous sa forme primitive comme l'identité de son action physiologique rend la chose probable.

Nous pouvons résumer ce que nous avons acquis sur l'absorption et l'élimination dans les propositions suivantes:

1°. L'absorption sous-cutanée est toujours très faible chez les Céphalopodes et la plupart des poisons qui leur sont injectés sous la peau paraissent inoffensifs.

2°. Les branchies au contraire sont un lieu d'absorption rapide pour les poisons de nature cristalloïde. Les poisons colloïdes n'y sont absorbés que très lentement.

3°. Pour étudier l'action de ces derniers poisons, il faut les injecter directement dans le sang par l'artère céphalique. Cette opération est rendue aisée par les conditions anatomiques de ces animaux.

4°. L'élimination se fait probablement concurremment par deux organes, le foie et la glande du noir. L'encre de cette dernière est devenue vénéneuse chez les animaux empoisonnés par la strychnine et la nicotine.

Action de l'eau douce.

L'eau douce est très délétère, la rapidité de son action varie selon l'âge de l'animal. Une jeune Sepia y meurt dans l'espace d'une minute, tandis qu'une Sepia adulte et de forte taille y résiste en moyenne vingt minutes. Les mouvements respiratoires d'abord ralentis pendant quelques secondes, s'accélèrent de nouveau, atteignent au bout de 7 à 12 minutes un maximum inférieur à leur nombre initial et à partir du quel, ils diminuent progressivement jusqu'à l'arrêt définitif. L'irritation

---

[1] Je dois ajouter que ces expériences ne réussissent pas dans tous les cas. Il est difficile d'opérer de manière que l'animal ne soit pas trop rapidement mort.

causée par l'eau douce se traduit par les efforts que fait l'animal pour en sortir et par le jeu rapide des chrômatophores qui commencent par noircir et donnent lieu à une sorte de frémissement coloré. Après une demi-heure les muscles répondent encore à l'excitation électrique (surtout ceux des bras) et contrairement a M. Bert, j'ai toujours trouvé les coeurs en mouvement quoique ralentis.

Expérience III. Une grosse *Sepia officinalis* donnant normalement 36 mouvements respiratoires à la minute est transportée dans un vase renfermant de l'eau douce à la température de 10° C. Elle pâlit immédiatement et donne tous les signes d'un violent malaise. Deux minutes après commence un jeu remarquable des chrômatophores qui se dilatent et se contractent rapidement mais d'une manière irrégulière. Les mouvements respiratoires tombés à 4 ou à 6 par minute remontent bientôt à 26 à 28 sans atteindre le nombre initial de 36; puis ils redescendent progressivement et s'arrêtent complétement après 12 minutes. Les bras continuent à s'agiter ainsi que la nageoire, pendant quelques minutes. Dix-sept minutes après le commencement de l'expérience, l'immobilité est complète. L'animal est ouvert, les coeurs battent encore et les deux coeurs veineux continuent à le faire pendant environ une heure. Les bras répondent encore à une excitation électrique. —

NB. Dans une autre expérience, j'ai conservé vivante une Seiche, pendant 45 minutes dans un mélange de 50 % d'eau douce. A ce moment, comme les mouvements respiratoires étaient sur le point de s'éteindre, l'animal fut replacé dans l'eau de mer et reprit assez rapidement son état normal. —

Acides.

Les Céphalopodes sont extrêmement sensibles a l'action des acides minéraux. Là où le papier de tournesol annonce à peine la présence d'un acide, un jeune poulpe ou un jeune calmar y manifeste immédiatement une vive douleur et on a beaucoup de peine à l'y maintenir. Toutefois pour devenir toxique, la dose doit s'élever plus haut.

Expérience IV. Trois *Eledone moschata* de petite taille et donnant de 24 à 26 mouvements respiratoires par minute, sont placés chacun dans un vase renfermant deux litres d'eau à laquelle on ajoute 0,5 cc d'acides sulfurique, azotique et chlorhydrique. Au premier instant, les animaux sont extrêmement irrités et font vivement jouer leurs chrômatophores. Ils respirent rapidement et avec force. Cinq minutes après avoir reçu l'acide ils donnent:

	Aspirations par minute
Dans l'acide azotique	56.
» » chlorhydrique . .	42.
» » sulfurique . . .	36.

Quatre heures plus tard, alors que ces animaux paraissaient s'être habitués à leur nouveau milieu et que les mouvements respiratoires avaient peu à peu repris leur chiffre normal, on double la dose des acides (1 cc dans deux litres d'eau). A cette dose, ils deviennent toxiques. Les animaux après s'être beaucoup débattus se fixent dans un coin, la respiration passagèrement accélérée diminue beaucoup, les mouvements réflexes s'effacent, les muscles des chrômatophores se relâchent et l'animal pâlit. La mort survient au bout de 2 heures dans l'acide azotique, 3 heures dans l'acide chlorhydrique et $4^1/_2$ heures dans l'acide sulfurique.

Les coeurs veineux et artériel battent encore chez les trois animaux alors que les muscles du corps et des bras ne répondent plus à une excitation mécanique.

On voit que l'acide sulfurique est, à dose égale, le moins toxique des acides minéraux. —

Quant aux acides organiques, leur action est moins violente quoique de même nature que celle des acides minéraux. J'ai porté mon attention sur l'acide oxalique et l'acide tannique, il faut de l'un et l'autre une dose relativement forte pour amener la mort.

Expérience V. Deux Eledone de même taille que ceux qui ont servi dans l'expérience IV, sont plongés dans deux litres d'eau à laquelle j'ajoute successivement de l'acide oxalique et de l'acide tannique à la dose de 1 cc. — Six centimètres cubes d'acide tannique conduisent à la mort au bout de dix minutes. Il faut 8 centimètres cubes d'acide oxalique pour produire le même effet dans le même temps. — Les réflexes des bras s'éteignent plus vite que ceux des branchies. Un corps étranger (le doigt), introduit dans la cavité respiratoire, provoque des mouvements du manteau alors que l'animal paraît déjà mort. —

Alcalis.

Expérience VI. Ammoniaque. — Deux Eledone de taille moyenne sont placés chacun dans un litre d'eau. On leur ajoute 0,5 cc d'ammoniaque concentré. L'intoxication est rapide, elle se traduit d'abord par une accélération considérable des mouvements respira-

toires, l'irritation est si vive que les branchies sont violemment projetées au dehors, on dirait que l'animal va se retourner — puis chute rapide de la respiration. Les mouvements des parois du corps cessent après 4 ou 5 minutes. Quelques convulsions succèdent à la chute de la respiration, les bras se tordent sur eux-mêmes. Le corps s'allonge et devient rigide. A la mort, les chrômatophores sont dilatés, la peau uniformément brune. —

Note. L'ammoniaque est un poison musculaire, même à plus petite dose, les mouvements de l'entonnoir sont les premiers altérés, en sorte que l'eau est bientôt expulsée par le bord de l'ouverture branchiale. La locomotion par réaction devient impossible. L'animal ouvert un moment après la mort apparente a les coeurs arrêtés en systole, mais au contact de l'air, ils recommencent à battre. Les ventouses ne happent plus que les mouvements tortueux des bras durent encore.

Il me paraît superflu de rapporter en détail les notes recueillies en expérimentant les autres bases. Il me suffira de dire que leur action est plus lente que celle de l'ammoniaque, quoique de même nature. Voici quelques chiffres :

Expérience VII. Dans trois vases renfermant chacun deux litres d'eau et un Eledone de taille moyenne on ajoute 3 cent. cubes d'ammoniaque, de soude et de potasse. L'animal meurt

presque immédiatement dans l'Ammoniaque,
au bout de 45 minutes dans la Potasse,
» » d'une heure dans la Soude.

Quant à la chaux et à la baryte peu solubles dans l'eau, des solutions saturées de ces alcalis n'ont conduit à la mort qu'après un temps si long que des doutes sont permis sur leur action spéciale. —

On peut résumer de la manière suivante ce que nous avons appris sur l'action des acides et des alcalis :

1°. Les acides et les bases ne sont pas toxiques en raison de leur acidité et de leur basicité. —

J'emprunte la forme de cette conclusion à un travail récent de M. Ch. Richet qui y est arrivé de son côté en poursuivant des recherches analogues à celles que nous venons d'exposer sur l'écrevisse (*Astacus fluviatilis*). Le mémoire de l'éminent physiologiste de Paris m'est parvenu à Naples pendant que j'étudiais les poisons sur les Céphalopodes et il m'a paru intéressant de répéter ses expériences, sur des animaux aussi différents de

celui auquel il s'était adressé. L'ensemble de mes résultats concorde en tous points avec les siens[1].

2°. Les acides organiques (oxalique, tannique) sont à dose égale, moins vénéneux que les acides minéraux.

3°. L'ammoniaque est plus toxique que l'acide azotique, le plus violent des acides essayés.

4°. Les acides se groupent dans l'ordre suivant, sous le rapport de leur toxicité. Acides azotique, chlorhydrique, sulfurique, tannique, oxalique.

5°. Les bases se distribuent au même point de vue de la manière suivante: Ammoniaque, potasse, soude, chaux (?), baryte (?).

6°. Les bases comme les acides produisent pendant un temps variable, une accélération des mouvements respiratoires.

Bi-chlorure de mercure.

Expérience VIII. Un *Octopus vulgaris* de forte taille, donnant en moyenne 24 aspirations par minute est placé dans un petit bassin renfermant 5 litres d'eau à laquelle on additionne 5 cc ($^1/_{1000}$) d'une solution concentrée de sublimé corrosif. L'animal témoigne immédiatement de l'inquiétude. Les parois de la cavité branchiale sont prises de contractions spasmodiques. Il lance son noir avec force et à plusieurs reprises. Le jeu de ses chrômatophores s'éteint au bout de dix minutes, ceux-ci sont dilatés et l'animal est fortement coloré. Les mouvements respiratoires s'accélèrent et atteignent un maximum de 4,4 à la minute. Après 15 minutes ils s'arrêtent brusquement sans s'être progressivement ralentis. Les mouvements volontaires des bras persistent encore quelques minutes, les réflexes durent beaucoup plus longtemps. Un bras pincé se retire sans produire de phénomènes généraux. Il en est de même de la peau du dos dont l'excitation provoque quelques mouvements locaux. Quarante minutes après le commencement de l'expérience tout mouvement a cessé, on peut pénétrer avec le doigt, dans la cavité branchiale sans provoquer le réflexe respiratoire. L'animal est alors ouvert par la face ventrale. Les coeurs veineux et les appendices réniformes donnent encore quelques rares contractions qui sont accélérées si on excite avec l'appareil de Du Bois-Reymond le voisinage de la veine cave et arrêtés si on irrite de la

[1] Ch. Richet, De l'influence des milieux alcalins ou acides sur la vie des écrevisses. C. R. de l'Académie des sciences. t. XC. p. 1166. Mai 1880.

même manière le nerf viscéral à la hauteur des branchies (P. Bert; L. Frédericq). Les fonctions nerveuses sont donc partiellement conservées.

En résumé le sublimé corrosif attaque d'abord la contractilité musculaire (bras, manteau, coeur et artère et en dernier lieu coeurs veineux). L'irritabilité nerveuse est plus longtemps conservée. Les mouvements respiratoires accélérés jusqu'à un maximum qui une fois atteint fait place à un arrêt subit.

Arsenic.

J'ai employé une solution saturée d'acide arsénieux à la température ordinaire.

Expérience IX. On ajoute 20 cent. cubes de la solution dans deux litres d'eau renfermant un jeune Eledone moschata. Ce n'est qu'au bout de quelques minutes que l'animal paraît indisposé et fait des efforts pour sortir du vase. Les seuls signes extérieurs sont un pâlissement lent et graduel de la peau et un ralentissement progressif des mouvements respiratoires. Ceux-ci cessent complètement au bout de deux heures et l'animal paraît mort. Le courant d'induction provoque des réflexes. Les coeurs sont arrêtés en diastole, mais ils recommencent à battre au contact de l'air. En somme les effets ne sont pas très caractéristiques.

Curare.

On a déjà fréquemment étudié l'action de ce célèbre poison chez les Mollusques. — Vulpian, Steiner, Bernstein, Krukenberg l'ont injecté avec succès sur les Gastéropodes et avec des résultats douteux sur les Lamellibranches. Quant aux céphalopodes, les opinions sont assez partagées. —

Paul Bert a noté une action en opérant sur la *Sepia officinalis*, mais il s'étonne de la lenteur de cette action. »Les Seiches redoutent peu le curare, dit-il, et je puis dire que le peu de sensibilité des Seiches à l'action de ce poison si énergique et la lenteur de cette action m'ont beaucoup étonné. Ainsi une Seiche a mis plus de deux heures avant de succomber à l'introduction sous la peau d'une dose de curare qui aurait bien tué 2 ou 3 lapins. Dans cette circonstance, elle commença par se ralentir dans ses mouvements généraux au bout d'une heure environ; puis elle pâlit beaucoup et perdit la faculté de dilater ses cellules chrômatophores; enfin elle fut paralysée, incapable de fuir, bien que les mouvements respiratoires, fait remarquable, aient conservé

leur rhythme, sinon leur énergie. Les mouvements des bras persistèrent davantage. Enfin tout disparut sauf les battements des coeurs. Jusqu'au dernier moment, l'animal avait à l'aide des bras restés libres, donné des signes de volonté et de sensibilité dans les parties déjà paralysées.«

Je dois avouer qu'ayant répété plusieurs fois l'expérience de M. Bert sur des Octopus ou Eledone curarisés par injection sous-cutanée je n'ai jamais obtenu que des résultats négatifs ou incomplets. Certain Octopus a supporté pendant plusieurs jours une injection de curare sous la peau de son dos sans en paraître indisposé. Une fois seulement, sur un jeune Eledone la paralysie se montra au bout de deux heures et demie. — Une autre fois, un Octopus curarisé fut trouvé mort dans l'aquarium le lendemain d'une injection, mais sa mort peut s'expliquer par une autre cause; l'ampoule sous cutanée existait encore, on en retira le curare qui se montra très actif sur une grenouille, de telle manière que l'on doit admettre qu'il était ainsi resté environ dix heures sous la peau de l'Octopus sans y subir d'altération importante. —

Colasanti de son côté n'a obtenu aucun résultat en administrant le curare aux céphalopodes et Klemensiewicz s'est trouvé dans le même cas quoiqu'il ait plongé les animaux sur les quels il opérait dans des solutions du poison. —

Quant à Krukenberg il est arrivé à cette conclusion que le curare agit mais d'une manière compliquée. Je rapporterai ici ses propres paroles : »L'action est incertaine chez Eledone. Quelque fois après une injection de 1 à 2 milligrammes de curare ou après un séjour prolongé de l'animal dans une solution à $^1/_2$ p. 100 (10 grammes de curare dans 2 litres d'eau de mer fraîche), la mort arriva et le plissement spiriforme des bras, le brunissement constant des animaux assure que dans ces cas, l'action du curare chez Eledone ne peut pas être rapportée à une paralysie de l'appareil nerveux moteur terminal. Ces symptômes sont aussi peu une suite d'une paralysie centrale. L'image de l'empoisonnement est dans tous les cas très compliquée, les troubles d'origine centrale se laissent difficilement distinguer des actions directes sur les parties périphériques car des morceaux de peau isolés brunissent dans une solution à $^1/_2$ p. 100 de curare et quoique cette coloration ne se conserve pas pendant des heures on réussit cependant à la provoquer sur une peau blanchie préalablement par la strychnine ou l'atropine en plaçant celle-ci dans la solution de curare «

On voit par ces différentes citations que la manière d'agir est assez obscure et qu'à l'exception de Paul Bert aucun auteur n'a noté

la paralysie des muscles du corps et des bras. — La difficulté d'obtenir des résultats précis réside dans celle de l'absorption.

Pour ce qui concerne l'absorption par les branchies elle est évidemment faible et il ne sera pas inutile d'emprunter à mes notes deux expériences qui le montrent.

Expérience X. (faite à Roscoff). Un *Octopus vulgaris* de taille moyenne donnant dans l'aquarium 26 mouvements respiratoires par minute et placé dans un petit bassin renfermant 6 litres d'eau où il donne le même nombre d'aspirations. On ajoute alors du curare[1] de manière à faire une solution à $^1/_2$ p. 100, ce qui suffit pour colorer l'eau légèrement en jaune. Après 2 minutes les aspirations sont montées au chiffre de 30 et sont très profondes. Cinq minutes plus tard elles sont redescendues à 24 et elles demeurent à ce chiffre pendant plus d'une heure sans que l'animal paraisse indisposé et sans que ses mouvements aient été ralentis d'une manière notable. La petite quantité d'eau dans laquelle se trouvait l'animal a obligé d'arrêter l'expérience une heure et demie après qu'il y avait été placé.

Expérience XI. Un jeune *Octopus vulgaris* et un jeune *Eledone moschata* reçoivent en même temps 2 cent. cubes d'une solution saturée dans l'eau douce, dans la cavité branchiale et sont maintenus hors de l'eau pendant deux minutes. Lorsqu'on les y replace, ils nagent avec force pendant quelques instants puis ils se fixent chacun dans un coin de l'aquarium et respirent normalement. L'excitation des bras provoque des mouvements. La coloration s'est accentuée. Une heure plus tard aucun symptôme d'empoisonnement ne s'étant manifesté, j'administre à l'Octopus une nouvelle dose de 3 cent. cubes du curare, mais je n'obtiens pas plus de succès. Quatre heures après les deux animaux paraissent en parfaite santé; ils servent à d'autre expériences.

Expérience XII. Un jeune *Octopus* reçoit dans la cavité branchiale 4 cent. cubes de la solution saturée et il est maintenu pendant 5 minutes dans la position verticale de manière à empêcher le rejet du poison. Puis on le replace dans l'eau. Il nage lentement, les mouvements respiratoires au nombre initial de 27 par minute, descendent à 22—24 et se maintiennent à ce chiffre pendant plus d'une heure. La peau brunit un peu et les mouvements des bras sont considérablement

[1] Le curare que j'ai employé dans toutes ces recherches m'a été envoyé par Rousseau à Paris. Il se montre très actif sur les grenouilles et les poissons. Une *Motella* qui a reçu 2 gouttes de la solution concentrée, a été paralysée au bout de 4 minutes.

ralentis. L'animal paraît très fatigué et il éprouve beaucoup de peine à se défendre lorsqu'on l'excite. Il y a certainement un commencement de paralysie, toutefois cette gêne manifeste des mouvements est passagère. Au bout de trois heures elle a diminué et le lendemain matin l'animal est retrouvé dans un état très normal comme s'il n'avait jamais été curarisé.

L'absorption branchiale n'ayant lieu comme on vient de le voir que d'une façon imparfaite et ne donnant que des résultats équivoques je me suis adressé à l'artère céphalique et j'ai injecté le poison dans la masse du sang même. —

Expérience XIII. Un *Octopus vulgaris* de grande taille, très fort et agile, dressant ses bras à la moindre excitation et happant vivement les crabes vivants qu'on lui présente comme nourriture, est fixé sur une planchette. Je pratique une incision longitudinale sur son dos et je mets à nu de cette manière l'aorte céphalique sur une petite longueur, puis je lui injecte au moyen d'une très fine canule 0,5 cent. cube de la solution. L'animal se contracte immédiatement, devient très foncé et cesse presque aussitôt tout mouvement de défense. Remis immédiatement dans l'eau il ne donne plus de mouvements respiratoires. L'introduction du doigt dans la cavité branchiale ne peut plus en provoquer. Les bras n'exécutent plus aucun mouvement, les réflexes sont éteints. Le jeu des chrômatophores continue, l'animal après avoir d'abord bruni, pâlit peu à peu. La paralysie étant complète au bout de dix minutes, l'Octopus est ouvert sans que le contact des ciseaux réveille des mouvements. Les coeurs battent encore mais irrégulièrement, les coeurs veineux et les appendices réniformes continuent longtemps leurs pulsations. —

L'action a été très brusque dans ces conditions sur les muscles de la vie animale, mais ceux de la vie végétative sont peu atteints. Les mouvements péristaltiques se montraient sur l'intestin et l'estomac pendant que les coeurs battaient encore.

Je conclus de ces experiences :

1°. Que le curare agit sur les Céphalopodes à peu près comme chez les animaux supérieurs en provoquant une paralysie des muscles des bras et du manteau.

2°. Que cette paralysie ne s'étend pas — à la dose employée — aux muscles du coeur et de l'intestin.

3°. Qu'il peut agir directement sur les cellules chrômatophores en colorant la peau, comme cela a été constaté par Krukenberg, mais que cette coloration n'est

que passagère et qu'elle fait place bientôt à une pâleur persistante.

4°. Que l'absorption du poison est très lente et imparfaite par la peau, les tissus sous-cutanés et les branchies, ce qui explique le désaccord qui existe entre les auteurs qui ont étudié l'action du curare par ce procédé. L'absorption n'est pas nulle cependant, puisqu'elle a été suffisante pour donner un commencement de paralysie dans l'expérience citée de P. Bert (sous la peau) et dans notre expérience XII (dans la cavité branchiale).

5°. Que le procédé le plus efficace pour faire agir le curare est de l'introduire directement dans le sang par une artère.

Strychnine.

Cet alcaloïde paraît agir sur les Mollusques gastéropodes. En 1879 M. Heckel[1] en expérimentant avec le sulfate et l'oxalate de strychnine sur *Helix pomatia*, *Helix aspersa* et *Zonites algirus* a vu Helix aspersa succomber au milieu de convulsions 5 ou 6 minutes après l'injection de 0,025 gr. de ces sels. »Après la mort dit-il, j'ai constaté un état de contracture des muscles très accusé dans le pied et dans la partie céphalique; dans deux cas sur huit les organes copulateurs avaient fait saillie pendant les convulsions. Cet état de rigidité musculaire a subsisté jusqu'au moment où la putréfaction a commencé. Avec la même dose les *Zonites algirus* et les *Helix pomatia* ont parfaitement résisté. Ces animaux avaient un poids net de 8 grammes pour les *Zonites* et de 9,70 gr. pour les *Helix pomatia*. Après huit jours de retrait dans la coquille, ils ont repris leur vie normale: la défécation a été assez abondante et je n'ai pu constater de trace de strychnine dans les fèces. A la dose de 0,045 gr. Zonites et Helix pomatia ont encore resisté.« —

M. Heckel a conclu de ses expériences:

1°. Que les Mollusques gastéropodes jouissent d'une immunité remarquable en ce qui concerne les sels de strychnine; 2°. que chez ces animaux comme chez les Vertébrés sur les quels on a expérimenté, le degré de nocivité de ce poison est en raison inverse du poids de l'animal; 3°. que les phénomènes toxiques s'y manifestent de la même

[1] E. Heckel, De l'action des sels de strychnine sur les Mollusques gastéropodes. C. R. de l'Académie des sciences de Paris. t. LXXXVIII, p. 918. 5. Mai 1879.

façon que chez les animaux supérieurs, en un mot que c'est un poison du système nerveux (tétanisant).

M. Vulpian ne mentionne dans ses »Leçons« que des résultats négatifs à ce propos. —

Nous ne devons guère nous étonner que sur des animaux d'une organisation plus élevée comme le sont les Céphalopodes, les résultats obtenus soient plus francs.

Paul Bert trouva les seiches extrêmement sensibles à l'action de la strychnine. »Ayant plongé, dit-il, une seiche dont la peau était un peu excoriée dans une solution contenant 10 centigrammes de chlorhydrate de strychnine pour 3330 grammes d'eau de mer, je l'ai vue immédiatement prise de convulsions terribles, lâcher son noir et se fixer énergiquement par ses huit bras étendus en éventail (les grands bras ravisseurs ne sortant pas de leurs poches) ; elle cessa de respirer et mourut dans cette position en 3 ou 4 minutes. Ses muscles étaient encore contractiles, ses nerfs moteurs encore excitables ; mais la contractilité comme l'excitabilité nerveuse avaient certainement diminué et les actions réflexes avaient complètement disparu. Les coeurs battaient encore.

»Pour un casseron, j'ai réduit la dose à 0,005 gr. dans un litre d'eau et j'ai obtenu les mêmes phénomènes après 3 minutes; la mort est survenue en 5 minutes, l'animal présentait des convulsions provocables comme une grenouille. Avec 0,0025 gr., mort en 35 minutes.« —

Selon Colasanti la strychnine agit sur les Céphalopodes en les faisant mourir dans des convulsions tétaniques. —

Le même fait a été confirmé par Krukenberg qui nous a donné de très importantes constatations sur l'action de ce poison. Le savant expérimentateur s'est plus particulièrement attaché à l'étude de l'influence de la strychnine sur la peau et ses chrômatophores. C'est assurément un fait bien remarquable que le pâlissement excessif qui suit rapidement l'introduction d'un céphalopode dans une solution même très faible de strychnine (Krukenberg a vu qu'une proportion de 1 : 40,000 du poison suffisait dans de l'eau de mer pour produire l'intoxication), car cette action est évidemment indépendante des centres nerveux puis qu'elle a lieu aussi bien sur des morceaux de peau détachés du corps. Ce fait a conduit Krukenberg à rapprocher la strychnine de l'atropine et de la nicotine et d'en constituer sous le nom de poisons nerveux périphériques, un groupe qu'il met en opposition avec la quinine qu'il a également fort bien étudiée et qui n'agit que par l'intermédiaire des centres.

La strychnine provoque une paralysie par épuisement des fibres

radiaires des chrômatophores, ceux-ci complètement contractés donnent un pâlissement persistant de la peau.

»On se convainc le mieux, dit Krukenberg, de l'action purement locale de ces poisons (strychnine, atropine, nicotine) en exposant des morceaux ou tout le manteau d'un Eledone récemment tué, moitié dans une solution du poison, moitié dans une atmosphère simplement humide. La portion mise en contact avec le poison prend au bout de peu de temps la coloration caractéristique, c'est à dire que dans la strychnine et l'atropine elle devient blanche tandis qu'elle brunit dans la nicotine. J'ai souvent réussi à obtenir le même morceau de peau 5 fois alternativement brun et blanc.« —

Il faut donc selon cet auteur admettre la présence de ganglions périphériques. Il considère comme prouvé, que strychnine, atropine et nicotine agissent »sur des éléments intercalés entre les centres et les fibres radiaires«. —

Je n'entrerai pas dans la discussion de savoir si l'existence de pareils organes est réellement prouvée par les expériences de Krukenberg. Nous devons attendre de l'Anatomie microscopique des éclaircissements à ce propos. Je noterai seulement que la tétanisation des muscles des bras par la strychnine parle en faveur d'une action centrale de ce poison, action centrale que Krukenberg lui-même admet en différents points de son mémoire.

J'en arrive maintenant à l'éxposé de mes propres expériences commencées à Roscoff en 1879.

Expérience XIV. Un grand *Octopus vulgaris*, donnant 24 respirations à la minute est transporté dans un aquarium avec six litres d'eau à la quelle on ajoute 0,02 gr. de sulfate de strychnine. L'action du poison se manifeste immédiatement par le pâlissement de l'animal, ses mouvements respiratoires s'accélèrent pendant une demi-minute, puis reprennent leur rhythme normal quoique demeurant puissants. L'animal parait très »essoufflé«. — Aprés dix minutes seulement des mouvements tétaniques apparaissent et sont surtout sensibles à l'extrêmité des bras. La peau toute blanche d'abord se bronze par places de taches foncées et changeantes. Les bras se raidissent, l'animal occupe une position verticale, la tête tournée en bas. Puis il est pris de spasmes dans la cavité branchiale, il lâche de l'encre à deux reprises et avec force. Les mouvements respiratoires devenus irréguliers, cessent deux minutes après le commencement des phénomènes tétaniques et l'animal paraît mort. Les ventouses happent encore mais faiblement. Les coeurs veineux battent 34 pulsations irrégulières dans la minute

(un poulpe normal pris comme terme de comparaison, en donne 24, mais j'ai pu m'assurer que ces battements n'ont jamais une grande régularité). Ces pulsations durent encore une heure plus tard. —

Expérience XV. J'ajoute à 1 litre d'eau renfermant un petit exemplaire d'*Octopus macropus* normal 4 gouttes d'une solution saturée de sulfate de strychnine. Après trois minutes le poulpe commence à ressentir les effets du poison, il se déplace et parait indisposé. L'action de la strychnine est alors rapide, l'animal blanchit complètement, il tremble de tout le corps, les mouvements respiratoires deviennent plus puissants, sans devenir plus nombreux. Il lance beaucoup d'encre, les mouvements tétaniques sont visibles surtout à l'extrémité des bras et sur le bord du manteau. — Pendant les crises tétaniques, le corps s'allonge beaucoup et se raidit. On peut les provoquer par le choc comme chez les animaux supérieurs. Cinq minutes plus tard, l'animal épuisé s'affaisse au fond du vase. Les ventouses ne happent plus. L'excitation mécanique ne provoque plus de mouvements réflexes, la respiration n'est pas réveillée par l'introduction d'un corps étranger dans la cavité branchiale.

L'excitabilité des ganglions n'est pas abolie car un faible courant de la bobine de Du Bois-Reymond suffit lorsqu'on pose la pince sur le ganglion étoilé pour provoquer des mouvements du manteau.

L'excitation des centres avec un courant plus fort provoque un léger brunissement de la peau, ce qui est contraire à une expérience de Krukenberg. —

Les coeurs veineux, les appendices réniformes et le coeur artériel continuent longtemps à battre. Les premiers donnent 18 à 20 pulsations par minute, au moment de leur mise à découvert qui a lieu quinze minutes après le commencement de l'expérience.

L'animal abandonné à lui-même reprend après plus d'une heure, une légère coloration brunâtre. —

Les phénomènes tétaniques très frappants dans les deux expériences précédentes le sont davantage encore lorsqu'on opère sur un animal retiré de l'eau. Il suffit pour lui faire absorber le poison de lui en injecter quelques gouttes dans la cavité branchiale. Le tremblement musculaire est si vif qu'il donne lieu à une perte de l'équilibre, le poulpe effectue parfois dans la crise de véritables tours de gymnastique (elonisme.)

Quant à l'effet particulier sur les fragments de peau détachés du corps j'ai parfaitement vu tous les faits annoncés par Krukenberg, il serait intéressant d'appliquer la strychnine directement sur les chromatophores et à dose infinitésimale pendant l'observation microscopique,

de manière à noter la marche de l'action. Les muscles radiaires ne paraissent pas susceptibles d'entrer en tétanos, car dans ce cas le phénomène se traduirait par des effets de coloration qui n'ont pas été notés jusqu'à présent. —

Résumé.

1°. Les sels de strychnine sont rapidement absorbés par la surface branchiale des Céphalopodes. Il en suffit d'une très petite quantité ($^1/_{40\,000}$ de nitrate de strychnine selon Krukenberg) pour provoquer des phénomènes toxiques.

2°. La strychnine agit sur le système ganglionnaire et provoque de véritables mouvements tétaniques dans les muscles du manteau et des bras. —

3°. Elle agit directement ou par l'intermédiaire d'un système ganglionnaire périphérique non encore constaté anatomiquement (Krukenberg) sur les fibres radiaires des chromatophores, les relâche et conduit à un pâlissement durable (mais non indéfiniment persistant) de la peau. —

4°. Les mouvements respiratoires sont altérés dans leur régularité, sans que leur nombre augmente ou diminue d'une manière constante. Ils cessent ordinairement brusquement peu après le commencement du tétanos. —

5°. Les pulsations cardiaques ne sont pas influencées d'une façon régulière par la strychnine, elles continuent longtemps encore après la mort de l'animal.

6°. La fatigue tétanique ne va pas jusqu'à l'épuisement des propriétés des nerfs et des muscles. Les mouvements réflexes sont abolis, mais l'excitation électrique des ganglions étoilés provoque la contraction des muscles du manteau.

Nicotine.

Ce poison extrêmement violent paraît agir d'après mes propres recherches sur toutes les classes des Mollusques, mais chez les Céphalopodes son action est frappante même à dose très faible.

Krukenberg le range dans le groupe des poisons périphériques à cause de son action sur des lambeaux de peau détachée du corps. Il fait brunir la peau qui a blanchi à la suite d'une section des nerfs palléaux. Une goutte d'une solution de nicotine à 1 : 20 000[1] suffit

[1] Une solution à 1 : 100 000 agit encore selon Krukenberg.

lorsqu'on la pose sur la peau pour colorer fortement en brun la région touchée et cela sur tous les Céphalopodes mis en expérience (Octopus, Sepia, Eledone). La sensibilité des fibres radiaires est telle vis à vis de la nicotine qu'il suffit pour les faire réagir de souffler sur eux de la fumée de tabac.

Je rappellerai que la nicotine ramène au noir la peau pâlie par l'action de la strychnine ou de l'atropine ou encore selon KRUKENBERG de la quinine.

Mais à côté de cette action périphérique la nicotine agit bien aussi sur l'organe nerveux central et provoque comme nous allons le voir dans une expérience typique des profonds troubles locomoteurs. —

Expérience XVI. Un *Octopus vulgaris* et un *Eledone moschata* sont placés dans de l'eau de mer fraîche à laquelle on ajoute $^1/_{5000}$ de la solution de nicotine. L'action est extrêmement rapide sur les deux animaux. Ils lancent l'eau avec violence, les mouvements respiratoires se succèdent très vite, un par seconde pour le moins, mais après 30 ou 40 secondes, ils cessent brusquement. Les animaux épuisés ne happent que difficilement, les ventouses n'ont plus de force. Les muscles des bras ainsi que ceux du manteau sont pris de convulsions. La peau se frise et se hérisse et l'animal tordu et replié sur lui-même ressemble à un chiffon. Tous deux lancent violemment de l'encre à plusieurs reprises. Les extrêmités des bras se replient en spirale sur elles-mêmes, sur la face interne ou obliquement. Après trois minutes il n'y a plus aucun mouvement quoique pendant ce temps on ait pu noter quelques tentatives pour reprendre les mouvements respiratoires. L'animal paraît vouloir respirer mais il ne le peut pas. —

A ce moment les muscles du manteau et des bras indiquent de la raideur, mais ce phénomène n'est que passager et ils reprennent bientôt leur souplesse habituelle. —

Les mouvements réflexes sont vite éteints, mais l'irritabilité nerveuse est si bien conservée que même chez des animaux empoisonnés avec une dose beaucoup plus forte de poison, la pince électrique posée sur les ganglions étoilés provoque la contraction du manteau. —

Les animaux ouverts, montrent quelques contractions du canal intestinal qui expulse des excréments. Les coeurs veineux et le coeur artériel battent encore. Une goutte de poison placée sur la branchie produit de nouvelles contractions du corps et l'arrêt momentané des coeurs. Les appendices réniformes et les coeurs veineux ainsi arrêtés recommencent quelque fois à battre au contact de l'air après un temps plus ou moins long. —

Avec des quantités très faibles (que je n'ai pas dosées exactement) de nicotine on peut suivre la progression des convulsions entraînant la paralysie des muscles respiratoires, paralysie qui a été très rapide dans l'expérience que nous venons de relater.

La nicotine agit donc avec une puissance toute exceptionnelle sur les nerfs moteurs. Comme chez les Vertébrés elle paralyse les muscles à l'état de contraction, ceux du manteau en premier lieu, puis ceux des bras, et enfin ceux de l'intestin et des coeurs. Pour ces derniers la chose est douteuse et la physiologie de ces organes est encore très obscure. En outre la nicotine agit rapidement sur les chrômatophores en contractant les fibres radiaires et en étalant fortement la cellule pigmentaire.

Atropine.

J'ai étudié l'action de ce poison d'une façon trop incomplète pour que je puisse m'étendre longuement à son propos. Colasanti n'a pas pu noter dans ses expériences de symptômes caractéristiques. Krukenberg range ce poison relativement à son action sur les chrômatophores à côté de la strychnine.

L'atropine est en tous cas beaucoup moins active que les deux poisons précédents et quelle que soit la dose employée on a peine à obtenir d'autres effets bien précis que la pâleur de la peau. Toutefois cette pâleur ne m'a pas paru aussi obstinée que le rapporte Krukenberg et j'ai réussi à la faire partiellement disparaître en portant une excitation électrique sur le cerveau.

Expérience XVII. Un jeune *Octopus vulgaris* donnant 32 respirations à la minute, reçoit 5 cent. cubes d'une solution saturée de sulfate d'atropine dans la cavité branchiale. Au moment de l'introduction du poison il donne quelques fortes contractions provoquées sans doute par le contact de l'eau. Après deux minutes, l'animal a blanchi, il est replacé dans l'aquarium, le nombre des mouvements respiratoires est tombé à 18 et diminue progressivement. Au moindre attouchement tout le corps de l'animal se redresse et s'allonge avec des convulsions. Le poulpe lance de l'encre à plusieurs reprises. Cinq minutes plus tard les mouvements respiratoires sont arrêtés, les réflexes conservés de telle manière que l'on réveille quelques aspirations en irritant la surface des branchies. Les coeurs ne battent que très lentement au moment de l'autopsie, mais le nombre de leurs pulsations augmente au bout d'un instant, probablement par le fait du contact de l'air. —

Je me borne à citer cette expérience en m'abstenant de commen-

taires. Nos connaissances sur la manière d'agir de l'atropine sont trop incomplètes pour nous permettre des conclusions générales. —

Muscarine.

La muscarine que j'ai employée a été préparée par Mr. le professeur Denis Monnier à l'Université de Genève et retirée directement de l'*Agaricus muscarius*. — Elle se présente sous la forme d'un liquide épais, gélatineux, de couleur jaune-brun et très soluble dans l'eau. —

Krukenberg est le seul auteur à ma connaissance qui ait essayé ce poison sur les Céphalopodes. Il en a administré sur Eledone des doses de 1 à 3 milligrammes et il n'a noté que la coloration de la peau. —

Je résumerai ici les données aux quelles je suis arrivé à la suite d'un grand nombre d'expériences faites avec ce poison. —

Sur la peau, la muscarine agit dans le même sens que la nicotine quoique à un degré beaucoup moindre, c'est-à-dire qu'elle paralyse en contraction les muscles des chrômatophores. La place touchée par le poison brunit assez fortement. — Si sur une région ainsi brunie on place une goutte de nicotine les limites de celle ci se dessinent sur la première par une couleur plus intense. Krukenberg nous apprend qu'une solution de muscarine à 1 : 100 n'a pas plus d'influence visible sur des morceaux de peau séparés du corps que l'eau de mer ou l'eau distillée. Je n'ai pas fait une pareille expérience.

La muscarine agit en outre sur les mouvements du coeur. Son absorption par les branchies est assez lente. A faible dose, elle a pour premier effet de ralentir les mouvements respiratoires sans les annihiler complètement et l'animal peut survivre après une indisposition de quelques heures. J'ai noté dans deux cas où la dose administrée avait été très faible, une accélération passagère dans les pulsations des coeurs veineux et artériel. À forte dose les coeurs s'arrêtent en diastole. La muscarine paralyse aussi les mouvements de l'estomac. —

Quant à son action sur les sécrétions, si remarquable chez les animaux vertébrés, je n'ai pas fait d'expériences directes rendues très difficiles par les conditions physiologiques dans lesquelles se trouvent les animaux. Toutefois j'ai souvent noté chez *Eledone* et *Octopus* empoisonnés une fréquence et une abondance remarquables dans le jet du noir, ce qui semble indiquer une hypersécrétion. —

Dans les cas où les coeurs se trouvaient paralysés à la suite de l'absorption du poison par les branchies, j'ai toujours réussi à les réveiller par le courant d'induction convenablement appliqué, mais il

n'en a pas été de même lorsque le poison était directement injecté dans le coeur.

Vérâtrine.

La vérâtrine employée provient du Laboratoire de physiologie de Londres, nous la devons à l'obligeance de M. le professeur Schaefer. Son action est rapide et intense. A la dose de 1 pour 10 000 elle est déjà évidente. —

Krukenberg qui a essayé ce poison sur Eledone est très bref à son sujet. Voici ce qu'il en dit: »L'injection de 2 milligrammes de chlorhydrate de vérâtrine a eu pour résultat la mort. La coloration de la peau était toujours brune dans mes expériences, seulement la place injectée restait généralement blanche. Les symptômes d'empoisonnement parlent en faveur d'une action centrale.« —

Expérience XVIII. Un *Octopus vulgaris* est placé dans de l'eau de mer à laquelle on a ajouté $^1/_{5000}$ de la solution concentrée de vérâtrine. Presque immédiatement l'animal est pris de violentes contractions du manteau. Les mouvements respiratoires tombent rapidement à zéro après quelques vives et difficiles aspirations. Les bras s'agitent d'une manière désordonnée. Les mouvements se font sans aucune coordination, la faculté de se diriger vers un but donné parait avoir disparu.

L'animal est replongé dans l'eau pure après 3 minutes. Il donne quelques aspirations et les mouvements respiratoires reprennent peu à peu, mais pour un moment seulement, leur rhythme normal, interrompu de temps à autre par des soubresauts de tout le corps. Après être remontés jusqu'à 20 par minute, ils commencent à redescendre et 4 heures plus tard l'animal est mort, tout mouvement réflexe a disparu. L'animal a légèrement pâli.

Expérience XIX. Un jeune *Eledone* reçoit deux gouttes de la solution dans la cavité branchiale. Il se contracte immédiatement et s'agite si violemment qu'on a peine à le maintenir avec des pinces. Signes évidents d'une vive irritation. Après une minute, il est replacé dans l'eau. Ses mouvements respiratoires sont bientôt arrêtés malgré les efforts manifestes que fait l'animal pour les maintenir. Puis l'Eledone est pris de convulsions, il se tord sur lui-même et dans le défaut de coordination de ses mouvements, il exécute les tours de gymnastique les plus imprévus. Les ventouses happent toujours, la peau a blanchi. Dix minutes plus tard survient la mort apparente, l'animal est couché au fond du vase, les muscles raidis. Les mouvements réflexes sont abolis.

Les bras et la partie postérieure du corps, si sensible à l'ordinaire, ne répondent plus à une excitation mécanique. —

A l'ouverture du corps, les coeurs sont arrêtés, mais au contact de l'air les coeurs veineux et les appendices réniformes recommencent à battre.

Un fort courant d'induction provoque quelques contractions difficiles dans les muscles du corps, mais ne réussit pas à faire mouvoir les bras. —

Le jeu des chrômatophores est maintenu, les deux eléctrodes placés sur le cerveau provoquent le noircissement de toute la peau. La nicotine noircit fortement la peau préalablement blanchie par la vérâtrine. —

Le courant d'induction active considérablement les mouvements du coeur ralentis par le poison. —

On voit donc :

1°. Que la vérâtrine est chez les Céphalopodes comme chez les Vertèbrés un puissant irritant, qui est toxique à faible dose.

2°. Qu'elle diminue le nombre des mouvements respiratoires et ceux du coeur.

3°. Qu'elle agit sur les centres coordinateurs des mouvements.

4°. Qu'elle provoque des crampes convulsives des muscles du manteau et des bras. —

Upas-Antiar.

J'ai fait usage d'un Upas-antiar très actif qui m'a été envoyé par Rousseau à Paris. J'en fais une solution aqueuse saturée à la température ordinaire. — Deux gouttes de cette solution introduites sous la peau d'un crapaud et de deux grenouilles, les tuent dans l'espace de quelques minutes. —

Sur les Céphalopodes son action est extrêmement lente et dans beaucoup de cas douteuse. Des doses considérables introduites dans la cavité branchiale n'ont pas été absorbées. Une fois, un jeune Eledone renfermé dans de l'eau contenant 3 p. 100 de la solution est mort après une heure par arrêt des mouvements respiratoires sans avoir présenté de symptômes bien caractéristiques. J'ai noté seulement dans les premiers moments une légère accélération de la respiration, puis elle s'est ralentie peu a peu, sans secousses, sans convulsions, sans aucune manifestation de malaise. La couleur de l'animal n'avait pas changé. —

Si on pousse le poison dans l'artère céphalique, les choses changent d'aspect. J'ai fait l'expérience sur Octopus et Eledone. À peine 2 ou 3 gouttes ont-elles été mêlées au sang que l'animal se contracte violemment à plusieurs reprises, rejette du noir et brunit fortement à chaque convulsion. Les mouvements du coeur sont d'abord accélérés mais diminuent ensuite. Ceux de la respiration sont abolis et ne reprennent pas lorsque l'animal est replongé dans l'eau.

Les mouvements réflexes sont conservés longtemps.

Immédiatement après l'administration du poison, j'ai toujours constaté une grande activité des mouvements péristaltiques de l'intestin. —

Je clos ici ce répertoire de faits relatifs à l'action des poisons chez les Céphalopodes. Poursuivant dans ce moment des recherches analogues sur les autres classes de l'embranchement des Mollusques, je pense qu'il est convenable, de multiplier les observations avant d'établir des régles générales. —

Genève le 20 Mars 1881.